УДК 504.75.05

Н.В.МИХАЙЛОВА
Горный факультет, аспирантка кафедры экологии, аэрологии и охраны труда

«ЭТАЛОННАЯ» МОДЕЛЬ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ШАХТ ОАО «ВОРКУТАУГОЛЬ»

Предлагается «эталонная» модель оценки эколого-технической безопасности человека, работающего в условиях Севера. С целью обоснования комплексного критерия для оценки состояния организма был проведен анализ выборки результатов ежегодных мировых соревнований по плаванию. Обработка результатов проводилась по 17 видам плавания в 14 возрастных группах. Обоснован интегральный критерий оценки состояния организма – психофизиологический потенциал человека. Разработана базирующаяся на мультипликативной модели методика оценки состояния здоровья населения на основе предложенного критерия.

The «standard» model of estimation of the ecologic-technical human safety in the North areas has been made. To base the complex criterion for the estimation of man's organism condition the analysis of results of world-wide swimming competition has been made. The data of 17 stiles of swimming in 14 age groups has been proceeded. The integral criterion for the estimation of man's health - man's psycho-physiological potential has been proposed. The method of the estimation of inhabitants' health based on the multiplicative model has been worked out.

Здоровье человека характеризуется нормативными параметрами психофизиологических функций организма, соответствующих возрастной функции данной популяции, отсутствием необратимых изменений, сдвигов и нарушений в организме вплоть до генетического уровня.

Состояние здоровья человека, работающего в горно-промышленных регионах Севера, оценивается как результат взаимодействия организма с окружающей средой. Оценка должна учитывать: обратимое психофизиологическое напряжение, заболеваемость, профзаболеваемость, генетические изменения, производственный травматизм.

В процессе жизнедеятельности организм под воздействием различных факторов окружающей среды постоянно испытывает стресс. При превышении определенного порога интегральной нагрузки возникают функциональные сдвиги разной степени выраженности со стороны нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой, иммунной и других систем организма.

Воздействие психических, физических, химических и биологических факторов в условиях Севера приводит к клинико-физиологическим и биохимическим проявлениям, называемым *синдромом хронического эколого-профессионального напряжения* [2] и включающим:

- истощение и угнетение функции антиоксидантной системы;
- нарушение белкового обмена вплоть до развития белковой недостаточности;
- угнетение синтетических процессов;
- уменьшение эффективности функционирования организма;
- снижение умственной и физической работоспособности и т.д.

Психофизиологические, вегетативные и неврологические расстройства на начальных стадиях ведут к развитию десинхронозов, переходящих затем в полиморфные клинические синдромы с астеноневротическими и регуляторными вегетативно-сосудистыми расстройствами. Это промежуточное состояние (предболезнь) или «синдром хрони-

ческой усталости». Многообразие стрессов, в широком смысле этого понятия, взаимообусловленность ответной реакции организма и общность проявлений позволяют говорить о полиэтиологическом заболевании, связанном одновременно с нервной, эндокринной и иммунной системами, регулятором которых является цитокиновая сеть [1].

Согласно мультипликативной модели [3, 4], при действии N факторов безопасность организма следует рассматривать, как произведение безопасностей от всех факторов:

$$S = \prod_{i=1}^{N} S_i .$$

Величины S_i характеризуют изменение состояния здоровья при действии i-го опасного фактора, который, в свою очередь, зависит от природных, экологических, техногенных, социальных условий:

$$S_i = f(n_{\text{прир}}, n_{\text{техн}}, n_{\text{соц}}, \ldots).$$

Мультипликативная модель учитывает суперпозицию действующих факторов и в то же время достаточно проста в применении. Мультипликативная модель не может оперировать с балльными величинами. Ее использование обуславливает переход к безразмерному показателю определения безопасности, изменяющемуся от нуля до единицы. В качестве характеристики здоровья в целом выбрана эффективность деятельности человека – так называемый *психофизиологический потенциал организма.*

Предлагаемая модель основана на определении безразмерного интегрального психофизиологического показателя человека в различные периоды жизни. Его значение оценивается путем сравнения с «эталонным» психофизиологическим потенциалом (максимально возможное значение для человека в конкретный период жизни) [5]:

$$\Pi_{\text{пф}} = \text{п}_{\text{пф}} / \text{п}_{\text{э}}.$$

С целью обоснования комплексного показателя психофизиологического потенциала организма был проведен анализ выборки результатов ежегодных мировых соревнований по плаванию.

Выбор результатов соревнований по плаванию как основы разработки показателя мотивирован тем, что они репрезентативно отражают развитие и состояние основных психофизиологических систем, соревнования требуют психической и физической выносливости, работы всех элементов опорно-двигательного аппарата, повышенной нагрузки на дыхательную и сердечно-сосудистую систему. Удобство оценки достигается регулярным проведением официальных чемпионатов мира по плаванию и регистрацией мировых достижений у мужчин и женщин практически во всех возрастных группах с интервалом возраста $\Delta\tau$, равным пяти годам.

Обработка результатов проводилась по 17 видам плавания в 14 возрастных группах. Потенциал психофизиологических возможностей $\Pi_{\text{пф}}$ определялся в безразмерной форме:

$$\Pi_{\text{пф}} = V_{\text{п}}^{\max} / V_{\text{п}}^{\tau},$$

где $V_{\text{п}}$ – достигнутая скорость плавания; $V_{\text{п}}^{\max}$ – ее максимальное значение.

Анализ результатов позволил выявить закономерности изменения психофизиологического потенциала $\Pi_{\text{пф}}$ у мужчин и женщин. Результаты свидетельствуют, прежде всего, об идентичности возрастных изменений потенциала, несмотря на различие в абсолютных показателях.

У обоих полов явно выражена тенденция к снижению потенциала до нуля в области, близкой к 100 годам (смерть). Эта цифра показывает предельный возраст для популяции в данных условиях. Также в обоих случаях можно выделить периоды с существенным изменением градиента потенциала $\Delta[\Pi_{\text{пф}}]$ (рис.1):

1) начальный этап роста потенциала (0-20 лет);

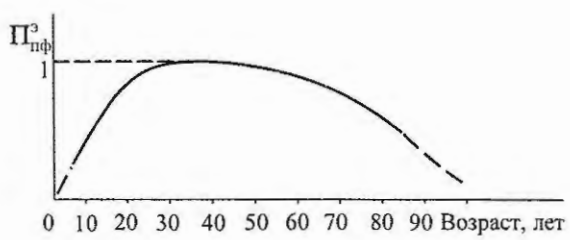


Рис.1. Возрастные изменения эталонного психофизиологического потенциала человека

2) этап максимальных возможностей организма (20-30 лет); период характеризуется градиентом 1 % за 10 лет;

3) этап стабильно низкого изменения потенциала (30-50 лет), градиент 4,5 % за 10 лет;

4) этап повышенного изменения потенциала (50-75 лет), градиент 10 % за 10 лет;

5) этап падения потенциала, градиент 15 % за 10 лет.

Выделение этапов по временны́м интервалам является достаточно условным и требует более тщательной математической обработки и анализа результатов.

Свидетельством объективности оценки с помощью показателя психофизиологического потенциала является тот факт, что принятые в нашей стране нормативные характеристики физической работоспособности, а также зависимости жирового компонента тела Fat и систолического артериального давления, близки по изменению градиента во времени к предложенному показателю.

«Эталонный» психофизиологический показатель является пределом возможностей человека на данный период времени, т.е. мировым рекордом, показанным в условиях максимального психофизиологического напряжения.

Использование эталонного психофизиологического потенциала дает исследователю доступный инструмент для комплексной оценки состояния организма человека. Психофизиологический потенциал организма $П_{пф}$ можно интерпретировать, как эквивалентный по градиенту биологическому возрасту организма τ. Безразмерный показатель биологического возраста, идентичный $П_{пф}$,

$$T=\tau/\tau_э.$$

Безразмерный психофизиологический потенциал человека изменяется от нуля до единицы. Если $П_{пф} = 1$, прогнозируется максимально возможный уровень здоровья, если $П_{пф} = 0$ – минимальный уровень (смерть организма). Таким образом, показатель удовлетворяет требованиям мультипликативной модели.

Для использования комплексного психофизиологического потенциала в качестве меры эколого-технической безопасности в мультипликативной модели принимаем следующее положение: для каждого i-го фактора существует такое оптимальное значение, при котором организм «абсолютно здоров» (при условии оптимума значений всех остальных факторов). Тогда прогнозируемая эколого-техническая безопасность человека при действии N факторов

$$П_{пф} = \prod_{i=1}^{N} П_{пф_i},$$

где $П_{пф_i}$ – изменение реального психофизиологического потенциала человека под воздействием i-го фактора по сравнению с эталонным.

Реальный безразмерный психофизиологический потенциал человека под воздействием i-го фактора по сравнению с эталонным вычисляется по регрессионной зависимости, которую можно получить путем обработки статистических данных. За количественную основу оценки воздействия i-го фактора предлагается принять отношение реального значения фактора f_i к его граничному оптимальному значению $f_{iэ}$ (рис.2). Общий вид зависимости

$$П_{пф\,i} = \varphi(F_i) = \varphi(f_i/f_{iэ}),$$

где F_i – безразмерное значение i-го фактора.

Предложенная методика, в отличие от множества других, принимает в качестве критерия сравнения эталонный максимально достижимый уровень здоровья. К нему необходимо стремиться при осуществлении мероприятий по защите здоровья человека. Разработанный критерий оценки состояния эколого-технической безопасности среды – психофизиологический потенциал человека в конкретных условиях позволяет комплексно оценить воздействие как психических, так и физиологических факторов.

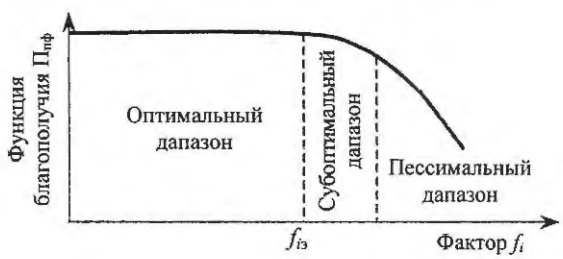


Рис.2. Граничное оптимальное значение фактора $f_{iэ}$ – величина, эквивалентная ПДК

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новик А.А.* Синдром хронической усталости и иммунной дисфункции / А.А.Новик, В.Н.Цыган и др. СПб: ВмедА, 2001.

2. *Хаснулин В.И.* Введение в полярную медицину. Новосибирск: Изд-во СО РАМИ, 1998.

3. *Шувалов Ю.В.* Оценка и управление риском травматизма у работников горно-добывающей промышленности / Ю.В.Шувалов, Н.В.Михайлова // Зап. Горного института. 2002. Т. 152.

4. *Шувалов Ю.В.* Методика оценки риска травматизма на угольных шахтах / Ю.В.Шувалов, Н.В.Михайлова // Сборник трудов молодых ученых СПГГИ / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2002.

5. *Шувалов Ю.В.* «Эталонная» модель изменения потенциала человека и геоэкология / Ю.В.Шувалов, Н.В.Михайлова, А.В.Савченко // Сборник трудов ежег. конф. студентов. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2001.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Ю.В.Шувалов*